

FERRARA

VISTO: SI ATTESTA L'AVVENUTO DEPOSITO AI SENSI
DELL'ART. 4 DELL'LEGGE N° 1086 DEL
PROGETTO
N° 2158/08 **26 MAG. 2008**

I dati personali contenuti nel presente documento sono tutelati nei
modi previsti dalla L. 675/96 e successive modificazioni.

AZIENDA OSPEDALIERA UNIVERSITARIA DI FERRARA

**COMPLETAMENTO DELLA NUOVA SEDE DELL'ARCISPEDALE
SANT'ANNA IN CONA (FE)
TRAMITE CONCESSIONE DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED
ESECUTIVA, COSTRUZIONE E GESTIONE**

PROGETTO ESECUTIVO

Concessionaria: **PROG.ESTE Spa**

Affidataria lavori di progettazione e costruzione: **CONSORZIO CONA**

IMPRESE COSTRUTTRICI E GESTIONALI

CMB - Carpi (MO) -Mandataria- COOP. COSTRUZIONI - BO CMR - Filo d'Argenta (FE) CIAB - Bologna SINTECO - Ferrara BUSI IMPIANTI - Bologna SINTECAL - Ferrara Ing.SARTI G.&C. - Poggio R. (FE) TUBI COSTRUZIONI - Ferrara DALVA - Ferrara	SIRAM - Milano HERA - Cassana (FE) PETROLIFERA Estense - Ferrara CIDAS - Copparo (FE) C.I.R. - Reggio Emilia SERENISSIMA RIST. - Vicenza COOPSER - Ferrara COOP SERVICE - Cavriago (RE) SERVIZI ITALIA - Castellina di S. Impresa BERTONCELLI - FE
---	---

ARE
via L. DA VINCI, 14 - 42027 MONTECCHIO EMILIA (R.E.)
Tel. 0522/865441 r.a. - Fax 0522/666110
Internet: http://www.ope.it E-MAIL: ope@ope.it

Ing. Mauro Ferrari
Ing. Massimiliano Galeazzi
Geom. Antonio Illiano
Ing. Anna Scilla

ARE PREFABBRICATI
IL PROGETTISTA DEL C.A.
Dott. Ing. MAURO FERRARI

mezzadri
Ingegneria s.r.l.
società di ingegneria
via Mulino, 35 - 44100 FERRARA
tel. +39 0532 765117
fax: +39 0532 765113
e-mail: info@mezzadriingegneria.it

MEZZADRI
dott. ing.
Giuliano MEZZADRI

Ing. Giuliano Mezzadri
Ing. Davide Grandis
Ing. Francesco Pirani

PROGETTISTI

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA
NUOVE COSTRUZIONI E COORDINAMENTO
GENERALE DELLA PROGETTAZIONE

**STUDIO ALTIERI S.p.A. -
Thiene (VI)**

Responsabile tecnico della progettazione
Arch. Alberto Altieri
Codice commessa:

H 0 3 8 7 P E

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA DELLE
RISTRUTTURAZIONI E PROGETTAZIONE
STRUTTURALE

**STS Servizi Tecnologie
Sistemi S.p.A. - Bologna**

Responsabile tecnico della progettazione
Arch. Eugenio Arbizzani
Codice commessa:

0 5 . 2 2

PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA
S.T.E.P. S.n.c. - Ferrara

Responsabile tecnico della progettazione
Ing. Adolfo Alberto Torti
Codice commessa:

8 4 8

PROGETTAZIONE DELLE URBANIZZAZIONI
E SISTEMAZIONI ESTERNE

U.TE.CO. - Ferrara

Responsabile tecnico della progettazione
Arch. Pietro Pigozzi
Codice commessa:

0 5 0 1 2

Rev.	Data	Descrizione	CONSORZIO CONA	STS Servizi Tecnologie Sistemi S.p.A.
00	12/07/2007		Verifica	Approvaz.
			Verifica	Approvaz.
			Verifica	Approvaz.
			Verifica	Approvaz.
			Verifica	Approvaz.

Denominazione:

**CONVENZIONI DEI SEGNI E SIMBOLOGIE PER
LA LETTURA DEGLI ELABORATI DI CALCOLO**

Codice elaborato:

E 0 0 X X S 1 4 2 0 2 5

Codice commessa:

0 0 0 0 0 F 7.3

FILE: F_E_0_S_142.025_CONV_R00

CONSORZIO CONA
Via C. Pisacane 2 - 41012 Carpi (MO)
C.F. e P.IVA 03095540369

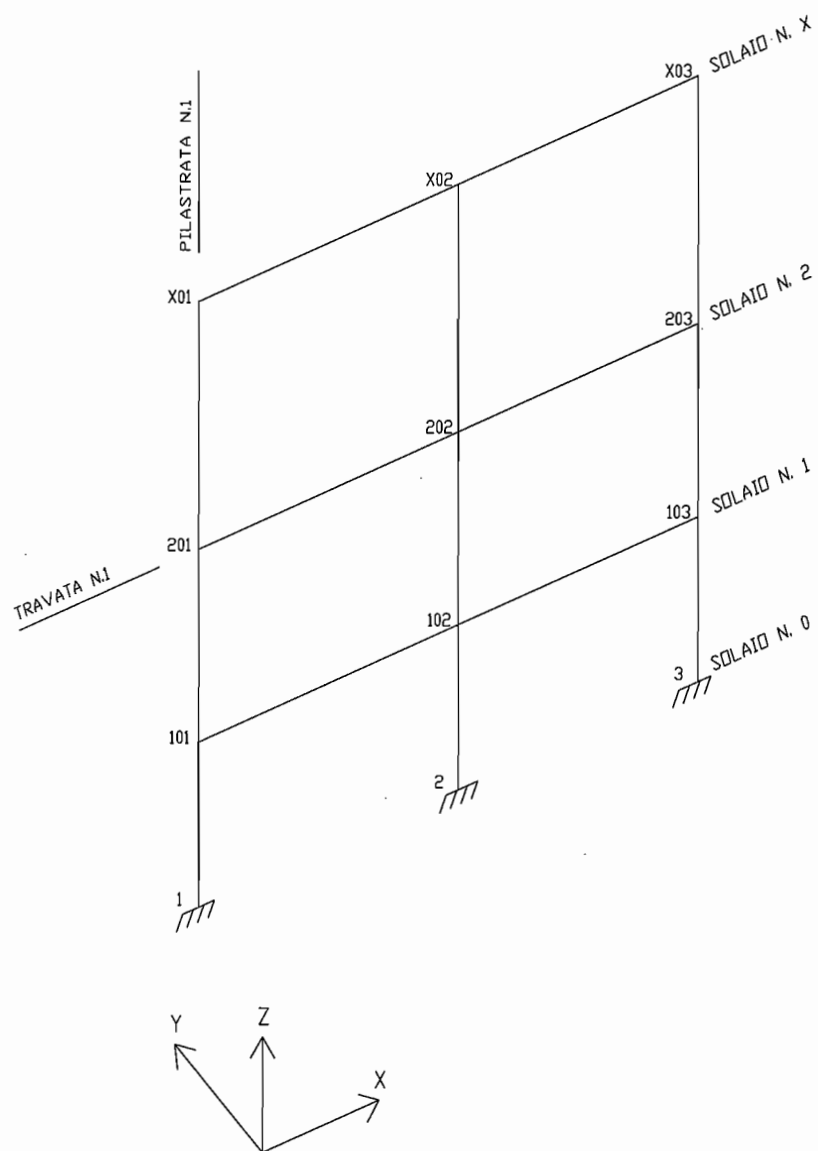


Fig. 1 : schema geometrico telaio tipo

Premessa.

Il progetto dei vari elementi strutturali viene condotto utilizzando il metodo agli STATI LIMITI, sulla base dell'involuppo delle sollecitazioni e tensioni calcolate, seguendo quanto previsto dalle normative vigenti.

La struttura da progettare è considerata spaziale e i nodi conservano 6 gradi di libertà.

Per i solai di edifici si assume l'ipotesi che siano infinitamente rigidi nel loro piano (a ciascuno verrà assegnato un numero identificativo progressivo) e che le masse siano concentrate alle loro quote.

Tutti i nodi appartenenti a un impalcato rigido, che può coincidere con un solaio o una porzione di esso, vengono identificati da un numero composto da tre cifre: la prima indica il numero identificativo del solaio rigido (o porzione di solaio rigido) e le altre due il numero progressivo identificativo, per esempio il nodo 15 appartenente al 2° solaio avrà il numero 215, se appartiene al 5° solaio avrà il numero 515 e così via.

I numeri compresi tra 1 e 99 fanno riferimento al solaio n.0 ovvero non appartengono a nessun impalcato rigido, in genere sono i vincoli esterni per la struttura (es. fondazioni).

Sistemi di riferimento:

1) Sistema globale:

Il riferimento globale è costituito da una terna destrorsa di assi cartesiani X, Y, Z dove l'asse delle Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto.

2) Sistema locale:

Il riferimento locale delle aste (Fig.2) è costituito da una terna cartesiana 1, 2, 3 destrorsa con l'asse 1 disposto nella direzione dell'asta stessa e il verso indicato dalla successione primo estremo secondo estremo.

L'asse 2 giace nel piano passante per i nodi i, j e k, dove k è un nodo automaticamente generato dal programma.

L'asse 3 è ottenuto come prodotto vettoriale tra i due precedenti in modo da costruire assieme una terna destrorsa.

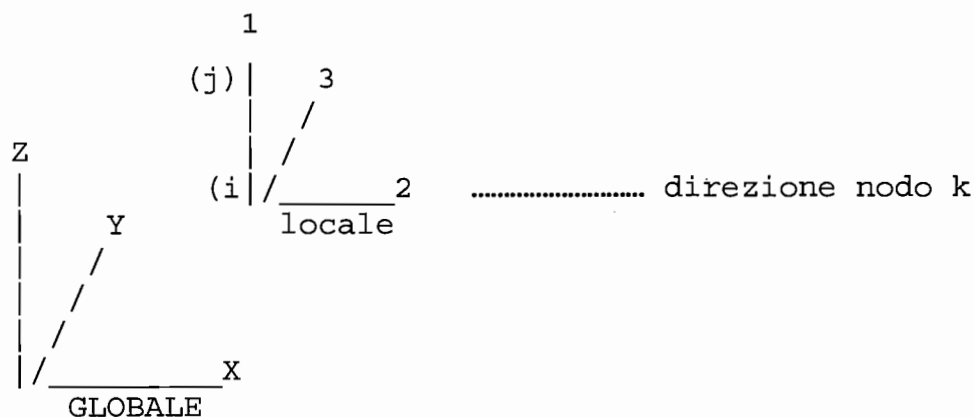


Fig.2 : riferimento locale per elementi lineari

Condizioni di carico:

schema indicativo – vedi relazioni specifiche del lavoro in oggetto

SI AVRANNO n CONDIZIONI DI CARICO VERTICALE E 4 CONDIZIONI DI CARICO ORIZZONTALE DOVUTE ALL'AZIONE SISMICA

- (1) PESI PROPRI STRUTTURALI
- (2) CARICHI 1' FASE (solo per travi autoportanti : pp trave + aliquota pp solaio considerando la presenza di eventuali rompitratte)
- (3) PESO PROPRIO SOLAI (aliquota pp come calcolata nel punto (2))
- (4) CARICHI VARIABILI TIPO 1
- (5) CARICHI VARIABILI TIPO 2
- (6) -----
- ($n-1$) CARICHI VARIABILI TIPO $n-3$
- (n) CARICHI DI TAMPONAMENTO (o diretti sulle travi o sui nodi)
- ($n+1$) AZIONE SISMICA ORIZZONTALE IN DIREZIONE X+
- ($n+2$) AZIONE SISMICA ORIZZONTALE IN DIREZIONE X+
- ($n+3$) AZIONE SISMICA ORIZZONTALE IN DIREZIONE X+
- ($n+4$) AZIONE SISMICA ORIZZONTALE IN DIREZIONE X+

Combinazioni di carico:

LE CONDIZIONI DI CARICO SOPRARIPORTATE SONO COMBinate FRA LORO IN UN NUMERO DI COMBINAZIONI SECONDO LE INDICAZIONI DELLA NORMATIVA, ALLO STATO LIMITE ULTIMO, ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO E STATO LIMITE DI DANNO

LO SCHEMA STATICO ADOTTATO E' A TELAIO SPAZIALE SOGGETTO ALLE AZIONI VERTICALI E ORIZZONTALI DI PROGETTO.

LE VERIFICHE SONO ESEGUITE CON IL **METODO AGLI STATI LIMITE**.

ESEMPIO DI STAMPA DEL PROGETTO DELLE TRAVI:

Di seguito è riportato un esempio di stampa della relazione di progetto delle travi, in particolare per una ipotetica travata 1 appartenente al 2° solaio (Fig.1).

Negli elaborati grafici di progetto le travi hanno una numerazione autonoma ad ogni solaio, capiterà quindi di avere travi con la stessa numerazione però appartenenti a solai diversi.

Nella stampa il programma identifica ciascuna travata con un numero composto da tre cifre: la prima indica il numero del solaio alla quale appartiene la travata e le rimanenti due il numero identificativo della stessa (riportato negli elaborati grafici). Nel nostro esempio si tratta della travata n.1 appartenente al 2° solaio, sarà quindi la trave numero 201 (la travata n.1 appartenente al 5° solaio sarebbe la 501 e così via).

Ciascuna travata è composta da una o più campate identificate dai nodi di estremità riportati sulla colonna '**Nodo**' delle stampe. Nel nostro esempio abbiamo:

Trave 1/1 (come riportato negli elaborati grafici) da nodo 201 a nodo 202

Trave 1/2 (come riportato negli elaborati grafici) da nodo 202 a nodo 203

Nella stampa vengono riportati prima i risultati dell'analisi flessionale e a seguire quelli dell'analisi tagliante-torcente.

Legenda simboli analisi flessionale

Nodo: nodi di estremità della trave

x: ascissa di riferimento delle sollecitazioni

Afe : area armature di estradosso

Afe_I : area armature di estradosso in I Fase (solo per travi autoporatanti)

Afi : area armature di intradosso

q_{medio I fase} : carico al m di 1° fase (valore caratteristico- valori di γ_i e $\psi_{ii} = 1$)

q_{medio II fase} : carico al m di 2° fase (valore caratteristico - valori di γ_i e $\psi_{ii} = 1$)

q'' : carico al metro di 2° fase fattorizzato (valori di γ_i e ψ_{ii} relativi allo S.L. considerato)

Md_{plaf} : momento flettente di riferimento pari a $\frac{q'' \cdot L_{asse}^2}{\alpha}$ ($\alpha = 16$ se non diversamente specificato)

Mde : momento flettente di calcolo per azioni che tendono le fibre di estradosso

Mre : momento flettente resistente per azioni che tendono le fibre di estradosso

Mdi^I : momento flettente di calcolo di 1° fase = $\frac{q_{mediofase} \cdot L_{fase}^2}{8}$ (solo travi autoportanti)

Mri^I : momento flettente resistente considerando la sezione di 1° fase (solo travi autoportanti)

Mdi^{II} : momento flettente di calcolo di 2° fase (Mdi^I + momento dato dai carichi q^{II}) per azioni che tendono le fibre di intradosso

Mri^{II} : momento flettente resistente di 2° fase (considerando la sezione interamente gettata) per azioni che tendono le fibre di intradosso

σ_{be} : tensione nel calcestruzzo di estradosso trave

σ_{be}^{PR} : tensione nel calcestruzzo di estradosso cls prefabbricato

σ_{bi} : tensione nel calcestruzzo di intradosso trave

σ_{fe} : tensione nell'acciaio di estradosso

σ_{fi} : tensione nell'acciaio di intradosso

Legenda simboli analisi tagliante-torsionale

Da : ascissa di riferimento iniziale del concio considerato

A : ascissa di riferimento finale del concio considerato

VSd^I : sforzo di taglio di calcolo di 1° fase

VRd1^I : VRd1 calcolato sulla sezione di 1° fase

VRd2^I : VRd2 calcolato sulla sezione di 1° fase

VRd3^I : VRd3 calcolato sulla sezione di 1° fase

VSd^{II} : sforzo di taglio di calcolo di 2° fase (VRd1^I + taglio dovuto al carico q^{II})

VRd1^{II} : VRd1 calcolato sulla sezione di 2° fase interamente gettata

VRd2^{II} : VRd2 calcolato sulla sezione di 2° fase interamente gettata

VRd3^{II} : VRd3 calcolato sulla sezione di 2° fase interamente gettata

Staffe: diametro e passo staffe di armatura

Convenzione sui segni dei momenti :

M_d positivi – tendono le fibre inferiori

M_d negativi – tendono le fibre superiori

Esempio travata 201

Condizione di carico di I° Fase 2 EC2. 4.3.2.4.4. Verifica a taglio con il metodo dell'inclinazione variabile del traffico. $\cotg \theta = 1.00$
Travata : 201 Travata 239 240 241

Nodo	x [m]	Afe [cm²]	Afe _l [cm²]	Afi [cm²]	q ^{II} [kg/m]	Md _{par} [kgm]	Mde [kgm]	Mre [kgm]	Mde x/d	Mdi ^I [kgm]	Mri ^I [kgm]	Mdi ^I x ^I /d ^I	Mdi ^{II} [kgm]	Mri ^{II} [kgm]	Mdi ^{II} x ^{II} /d ^{II}	σ _{bs} [kg/cm²]	σ _{bs} ^{PR} [kg/cm²]	σ _{bi} [kg/cm²]	σ _{re} [kg/cm²]	σ _n [kg/cm²]
Trave 201 /1 Sez. I 40x50/30 40x50 [cm] H=30 [cm] L _{asse} 4.68 L _{netto} 4.18 L _{Fase} 3.98 [m] q _{medio I° fase} 2981.9 q _{medio II° fase} 4480.4 [kg/m] (VALORI CARATTERISTICI)																				
239	SLU	0.25	18.88	0.00	13.41	28333	29436	0.96	0.18	-657	10472	0.06	0.28	-17260	20168	0.86	0.15			
SLE	Rare					4757			0				0			-0.0	0.0	25.6	635.8	240.3
SLE	Freq					4286			0				0			-0.0	0.0	23.0	572.8	216.5
SLE	Q.P.					4135			0				0			-0.0	0.0	22.2	552.6	208.9
CAM	SLU	2.34	7.63	0.00	21.49	7630.8	-10423	195	12504	0.02	0.11	-5890	16930	0.35	0.41	-16313	33167	0.49	0.22	
SLE	Rare					4480.4	-6120	0		-5890			-6120			33.3	102.8	-0.0	395.0	2042.2
SLE	Freq					3984.0	-5442	0		-5890			-5442			29.6	102.8	-0.0	351.2	1962.4
SLE	Q.P.					3818.5	-5216	0		-5890			-5216			28.4	102.8	-0.0	336.6	1935.9
240	SLU	4.43	16.65	0.00	9.42	25548	26209	0.97	0.18	-652	7694	0.08	0.21	-14210	14373	0.99	0.13			
SLE	Rare					5416			0				0			-0.0	0.0	31.8	816.7	301.8
SLE	Freq					4746			0				0			-0.0	0.0	27.9	715.7	264.5
SLE	Q.P.					4520			0				0			-0.0	0.0	26.6	681.6	251.8

Controllo Fessurazione

Calcolo diretto ampiezza fessure

Combinazioni	In. I Fase mm	In. II Fase mm	In. Totali mm	Estradosso mm
	0.11	0.08	0.20	0.00
Rare				
Frequenti	0.11	0.07	0.19	0.00
Quasi Permanenti	0.11	0.07	0.18	0.00

VERIFICHE A TAGLIO Trave 239 240 Sez. 1 40x50/30 40x50 [cm] H'=30 [cm] L_{asse} 4.68 L_{netta} 4.18 [m]

Da [m]	A [m]	Dx [m]	VSd ¹ [kg]	VRd1 ¹ [kg]	VRd2 ¹ [kg]	VRd3 ¹ [kg]	VSd ^{II} [kg]	VRd1 ^{II} [kg]	VRd2 ^{II} [kg]	VRd3 ^{II} [kg]	Staffe
0.25	0.71	0.46	6224.8	6909.1	57108.5	19867.2	23083.5	9346.0	75402.7	35091.1	ø 12 2br. 10.0'
0.71	1.29	0.58	4850.1	6832.1	72797.6	15325.9	20010.6	10045.6	96117.8	27069.9	Tr.ø 12 2br. 25.0'
1.29	3.38	2.09	3112.4	6734.7	72797.6	10643.0	16126.1	10443.9	96117.8	18798.5	Tr.ø 10 2br. 25.0'
3.38	3.96	0.58	4850.1	6832.1	72797.6	15325.9	20156.5	9897.4	96117.8	27069.9	Tr.ø 12 2br. 25.0'
3.96	4.43	0.46	6224.8	6909.1	57108.5	19867.2	23519.8	8803.6	75402.7	35091.1	ø 12 2br. 10.0'

VERIFICHE A TAGLIO Trave 240 241 Sez. 1 40x50/30 40x50 [cm] H'=30 [cm] L_{asse} 4.80 L_{netta} 4.30 [m]

Da [m]	A [m]	Dx [m]	VSd ¹ [kg]	VRd1 ¹ [kg]	VRd2 ¹ [kg]	VRd3 ¹ [kg]	VSd ^{II} [kg]	VRd1 ^{II} [kg]	VRd2 ^{II} [kg]	VRd3 ^{II} [kg]	Staffe
0.25	0.71	0.46	6411.2	6919.5	57108.5	19867.2	23424.2	8803.6	75402.7	35091.1	ø 12 2br. 10.0'
0.71	1.33	0.61	5036.5	6842.5	72797.6	15325.9	18840.1	9503.5	96117.8	27069.9	Tr.ø 12 2br. 25.0'
1.33	3.48	2.15	3205.6	6739.9	72797.6	10643.0	14846.9	10294.8	96117.8	18798.5	Tr.ø 10 2br. 25.0'
3.48	4.09	0.61	5036.5	6842.5	72797.6	15325.9	18939.7	9503.5	96117.8	27069.9	Tr.ø 12 2br. 25.0'
4.09	4.55	0.46	6411.2	6919.5	57108.5	19867.2	22619.9	8803.6	75402.7	35091.1	ø 12 2br. 10.0'

ESEMPIO DI STAMPA DELLE ARMATURE DELLE TRAVI:

Di seguito è riportato un esempio di stampa delle armature delle travi, in particolare la travata 1 appartenente al 2° solaio (Fig. 1). Nel tabulato di stampa in corrispondenza della voce “Staffe” ci sono due colonne che indicano la geometria della staffa: “tral.” indica che la staffatura è realizzata con un traliccio spaziale, “vert.” indica staffe verticali diritte.

Legenda simboli armatura travata tipo

SP1: spezzoni superiori di estremità (la lunghezza indicata è al netto delle squadrette terminali)

SP2: spezzoni superiori in asse

SP3: spezzoni inferiori di estremità (la lunghezza indicata è al netto delle squadrette terminali)

SP4: spezzoni inferiori in asse

Afe : correnti superiori

Afi : correnti inferiori

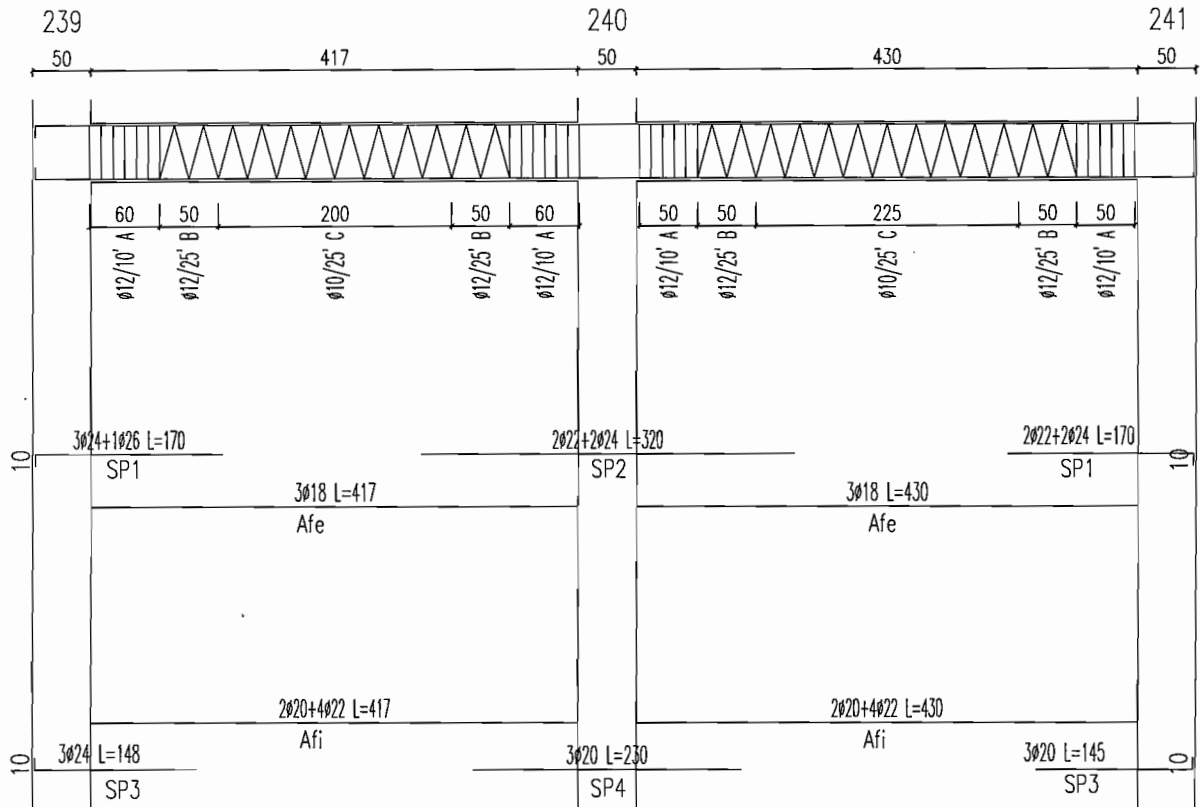
Afe₁ : correnti di estradosso in I° Fase (solo per travi autoprotanti)

Stampa relazione travi

N	L (cm)	Armatura longitudinale		L		Staffe	
		inf.	sup.	cm	tral.	vert.	
-----	239	50	3#24 (145)	3#24 (170) + 1#26 (170)	-----	-----	-----
-----				60		12/10.0	
				50	12/25.0		
				200	10/25.0		
201/01	417	4#22+ 2#20	3#18				

-----	50	3#20 (229)	2#24 (320) + 2#22 (320)	50 12/25.0
240				-
-----				60 12/10.0
-----				-----
-----				50 12/10.0
-----				-
201/02	430	2#20+ 4#22	3#18	50 12/25.0
-----				-
-----				225 10/25.0
-----				-
-----				50 12/25.0
-----				-
241	50	3#20 (145)	2#24 (170) + 2#22 (170)	50 12/10.0
-----				-----

ARMATURA TRAVE TIPO



LE VERIFICHE DEGLI ELEMENTI TRAVE PREFABBRICATI APE SI DISTINGUONO IN DUE TIPI

1) TRAVI PUNTELLATE IN FASE DI MONTAGGIO ED ESECUZIONE GETTI INTEGRATIVI

2) TRAVI AUTOPORTANTI IN 1° FASE

CASO 1 : Con travi puntellate i criteri di verifica sono uguali a quelli delle travi considerata realizzata completamente in opera.

CASO 2 : Con travi autoportanti siamo in presenza di due fasi distinte (1° e 2° fase)

LO STUDIO DI TALE CASO E' STATO ESEGUITO IN COLLABORAZIONE CON IL DISTART (DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELLE STRUTTURE, DEI TRASPORTI, DELLE ACQUE, DEL RILEVAMENTO, DEL TERRITORIO) ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA

SI RIPORTA DI SEGUITO UNA SINTESI DI TALI STUDI

SISTEMA APE – CRITERI DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI DI TRAVE

1) PREMESSA

Le travi sono assemblate in due tempi. In una prima fase le travi, prefabbricate, sono semplicemente appoggiate alle estremità e devono sopportare il loro peso proprio, quello dei pannelli di solaio ed il peso del getto integrativo e della soletta dei solai prefabbricati. In tale fase va considerata resistente la sola trave prefabbricata.

Nella seconda fase, la trave, completata in opera, è quindi più alta e composta da due getti di differenti età e caratteristiche di resistenza.

Dopo il completamento in opera, per il calcolo delle sollecitazioni la trave può essere considerata continua su più campate.

In questa fase dello studio, sono stati esaminati dei criteri di verifica delle sezioni, basati sul calcolo agli stati limite con il metodo dei coefficienti parziali.

2) CRITERI DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI MEZZERIA CON IL METODO DEI COEFFICIENTI PARZIALI.

Verifica agli stati limite ultimi (s.l.u)

Nella 1° fase (solo trave prefabbricata) si considerano i pesi effettivamente agenti (e quindi non fattorizzati). Nella 2° fase si applica la rimanente frazione dei carichi (carichi permanenti fattorizzati con 0,4), il completamento dei carichi permanenti ed i carichi variabili (fattorizzati con i rispettivi γ). Tale combinazione interpreta la 1° fase come una fase transitoria nella quale sono estremamente ridotte le incertezze insite nella definizione dei modelli di calcolo e di valutazione delle azioni.

Nella 1° fase la verifica potrebbe essere anche condotta considerando il comportamento dei materiali elastico-lineari. Lo schema statico per la valutazione delle sollecitazioni è quello di trave appoggiata. In tale fase deve essere calcolata la tensione di compressione nel calcestruzzo della trave prefabbricata ma, soprattutto, la tensione nell'acciaio inferiore.

Nella 2° fase, il calcolo delle sollecitazioni va condotto con riferimento all'effettivo schema statico della struttura, considerando la continuità dei nodi. Il momento flettente M_{sd} è la somma di quello di 1° fase e di quello di 2° fase. Si calcola quindi il momento flettente della sezione di mezzeria con l'avvertenza di considerare un allungamento

iniziale ϵ_s dell'acciaio teso pari a quello calcolato nella 1° fase. Tale allungamento iniziale si aggiunge all'allungamento $\Delta\epsilon_s$ conseguente alla 2° fase e si verifica naturalmente che $\epsilon_s + \Delta\epsilon_s \leq 1\%$

Verifica dello stato tensionale in esercizio (s.l.e.)

Tale valutazione va condotta con riferimento ai carichi non fattorizzati (stato limite di esercizio) ed a un comportamento elastico-lineare dei materiali (calcestruzzo e acciaio). In particolare, nella 1° fase si considera la sola trave prefabbricata, della quale si calcola l'asse neutro. Nella 2° fase, a trave completata, l'incremento delle tensioni può essere calcolato in modo semplificato considerando come interamente reagente la sezione di calcestruzzo al di sopra dell'asse neutro della 1° fase. In tale sezione, si avranno compressioni nel completamento della trave, incrementi di compressione nella trave prefabbricata al di sopra dell'asse neutro della 2° fase, e decrementi di tensione al di sotto di tale asse neutro.

APE PREFABBRICATI
IL PROGETTISTA DELLA
Dott. Ing. MAURO FERRARI

